

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑧7 EP 0 474 393 B1

⑩ DE 691 18 060 T 2

⑥1 Int. Cl. 8:  
H 01 P 1/04  
H 01 P 5/02  
H 01 P 11/00  
G 01 S 7/03

②1 Deutsches Aktenzeichen:	691 18 060.1
⑧6 Europäisches Aktenzeichen:	91.307 661.8
⑧8 Europäischer Anmeldetag:	20. 8. 91
⑧7 Erstveröffentlichung durch das EPA:	11. 3. 92
⑧7 Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	20. 3. 96
④7 Veröffentlichungstag im Patentblatt:	22. 8. 96

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
04.09.90 US 576915

⑦3 Patentinhaber:  
Hughes Aircraft Co., Los Angeles, Calif., US; Delco  
Electronics Corp., Kokomo, Ind., US

⑦4 Vertreter:  
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB

⑦2 Erfinder:

Wen, Cheng P., Mission Viejo, California 92691, US;  
Mendolia, Gregory S., Torrance, California 90501,  
US; Siracusa, Mirio, Fountain Valley, California  
92708, US; Maieron, Joseph J., Kokomo, Indiana  
46902, US; Higdon, William D., Greentown, Indiana  
46938, US; Wooldridge, John J., Manhattan Beach,  
California 90266, US; Gulick, Jon, Hawthorne,  
California 90250, US

⑤4 Mikrowellen-Radar-Sender und-Empfänger auf einem einzelnen Substrat mit Flip-Chip integrierten  
Schaltkreisen

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das  
erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und  
zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist  
(Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht  
worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 18 060 T 2

DE 691 18 060 T 2

1 EP 91 307 661.8/0474393  
Hughes Aircraft Company

5 Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

10 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Mikrowellen-Radar-Sender und -Empfänger auf einem einzelnen Substrat mit Flip-Chip-montierten monolithischen integrierten Mikrowellen-Schaltkreis (MMIC) Chips zur Verwendung wie in Nahhindernis-Erkennungssystemen (NODS) für Kraftfahrzeuge.

15 Beschreibung des einschlägigen Standes der Technik

20 Übliche MMICs werden auf Galliumarsenid-(GaAs)-Substraten hergestellt, wobei die Mikrostrip-Leitung (Bandleiter) als Haupt-Mikrowellensignal-Übertragungsmedium verwendet wird. Eine allgemeine Abhandlung über MMIC-Technologie und Mikrowellen-Übertragungsleitungskonfigurationen steht in "Millimeter-Wave Integrated Circuits" (Millimeterwellen-integrierte Schaltkreise) von Kai Chang, TRW Electronics & Defense Sector/Quest, Winter 1983/84, Seiten 43 bis 59. Radarsender und -empfänger, welche MMIC-integrierte Schaltkreise umfassen, sind in zahlreichen Anwendungsfällen einschließlich NODS, Sensoren zur Erfassung der wahren Grundgeschwindigkeit, Hindernisvermeidungssystemen (adaptive Flug/Fahrtlenkung) und aktiven Phasen-gekoppelten Radaranordnungen wünschenswert, die eine große Anzahl von Sendeempfängern in einer einzelnen Betriebseinheit verwenden.

35 Die Dicke des GaAs-Substrats ist typischerweise auf 100 µm in dem X-Band und bei höheren Frequenzen wegen der Streucharak-

1 teristiken, Modenwandlung, thermischen und Schaltkreisdichte-  
Gegebenheiten beschränkt. Diese MMIC-Chips sind zu zerbrech-  
lich für eine automatisierte Chip-Handhabung, die von moder-  
5 nen Roboterherstellungstechniken wie Aufnehmen, Positionieren  
und Preßverbinden Gebrauch macht. Darüber hinaus werden gene-  
rell Drahtverbindungen mit Golddrähten von 25  $\mu\text{m}$  Durchmesser  
eingesetzt, die arbeitsintensiv sind und zu Zuverlässigkeits-  
problemen führen. Auf Mikrostrips basierende MMICs sind nicht  
10 mit der kostengünstigen Flip-Chip-Montagetechnologie kompati-  
bel, da die Erdfläche auf der entgegengesetzten Seite des  
Substrats bezogen auf die elektronischen Schaltkreiselemente  
für Mikrowellen-Frequenz liegt.

15 Mikrostrip ist die am umfangreichsten benutzte Übertragungs-  
leitung sowohl bei hybriden als auch bei monolithischen inte-  
grierten Schaltkreisen für Mikrowellen. In Fig. 1 dargestellt  
wird ein elektrisch leitender Bandleiter 10 auf einer Ober-  
fläche eines elektrisch isolierenden oder dielektrischen  
20 Substrats 12 gebildet, während eine elektrisch leitende Elek-  
trode oder Erdfläche 14 auf der entgegengesetzten Oberfläche  
gebildet ist. Die charakteristische Impedanz der Mikrostrip-  
Übertragungsleitung wird durch die Breite des Bandleiters 10  
sowie die Dicke und Dielektrizitätskonstante des Substrats 12  
bestimmt. Die Dicke des Substrats 12 beträgt gewöhnlich einen  
25 kleinen Bruchteil einer Wellenlänge der höchsten Signalfre-  
quenz, die sich in dem Substrat 12 ausbreitet, um übermäßige  
Frequenzstreuung oder eine unerwünschte Moden-Anregung höhe-  
rer Ordnung (abweichend von dem transversalen elektrischen  
und magnetischen (TEM) Grund-Mode) bei Signalfrequenz oder  
30 Harmonischen der Signalfrequenz zu vermeiden. Typische MMICs,  
die auf GaAs beruhen und im X-Band und höheren Frequenzen  
arbeiten, werden auf 100  $\mu\text{m}$  dicken Substraten ausgebildet.  
Der Zugang zu der Erdfläche 14 wird durch einen metallisier-  
ten vertikalen Verbinder (Durchgangselement) geschaffen,  
35

1 welcher in einem Loch, welches sich durch das Substrat 12  
erstreckt, ausgebildet ist.

Wie in Fig. 2 dargestellt, schließt eine übliche MMIC hybride  
5 Mikroschaltkreisanordnung individuelle MMIC-Chips 16, 18 und  
20 ein, die auf einem gemeinsamen Metallsubstrat oder Träger  
22 montiert sind, der auf Erdpotential gehalten wird. Verbin-  
der zwischen den Chips 16, 18 und 20 sind durch Golddrähte  
oder Bänder 24 vorgesehen, deren Durchmesser typischerweise  
10 25  $\mu\text{m}$  beträgt. Die Verbindungen 24 sind häufig die erhebliche  
Quelle von Zuverlässigkeitsproblemen, wenn die Chips 16, 18  
und 20 auf einem gemeinsamen Modul mit anderen integrierten  
Schaltkreisen zusammengesetzt werden. Die dünnen (100  $\mu\text{m}$  dik-  
15 ken) Chips 16, 18 und 20 sind für Herstellungsverfahren zu  
zerbrechlich, die automatisierte/ Roboter Aufnehm- und Posi-  
tioniertechniken einsetzen. Weiterhin ist der auf Mikrostrip  
basierende Schaltkreis wie in Fig. 1 dargestellt, bei dem die  
Erdfläche 14 auf der entgegengesetzten Seite wie die Bandlei-  
ter 10 liegen, nicht mit Flip-Chip-Montagetechniken kompati-  
20 bel, die von einem kostengünstigen Reflow-Lötverfahren Ge-  
brauch machen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

25 Die vorliegende Erfindung sieht ein kostengünstiges Verfahren  
zum Herstellen von hybriden MMIC-Baugruppen oder -Modulen  
einschließlich Radar-Sender- und -Empfänger-Signalverarbei-  
tungs- und Energienormalisierungs-integrierte Schaltkreis-  
30 Chips sowie Mikrowellen-Sende- und -Empfangsfelderantennen  
auf einem gemeinsamen Substrat vor. Sämtliche Verbindungen  
des integrierten Schaltkreises werden während eines einzelnen  
Reflow-Lötvorgangs erzeugt. Für den MMIC-Chip und das Sub-  
strat wird eine koplanare Wellenleiter- und/oder parallele  
35 Streifenleiter-Schaltkreistechnik angewendet.

1 Dies ermöglicht die Herstellung von Mikrowellen-Sender- und  
-Empfänger-Modul-Baugruppen zur Herstellung von Radar-Sensor-  
und -Nachrichtenausrüstung mit großem Volumen bei großer Aus-  
stoßrate. Die vorliegende Erfindung ist mit kostengünstigen,  
5 automatisierten/Roboter-Hybrid-Schaltkreis-Baugruppenverfah-  
ren kompatibel, da die robusten koplanaren, integrierten  
Schaltkreis-Chips für Mikrowellen verwendet werden. Die vor-  
liegenden Chips können mit einer Dicke von 600  $\mu\text{m}$  und mehr  
hergestellt werden, im Unterschied zu üblichen 100  $\mu\text{m}$  dicken  
10 MMIC-Chips, da die durch die Mikrostrip-Übertragungsleitungen  
auferlegten Beschränkungen entfallen sind. Teure manuelle  
Chip-Ausrichtungs- und -Verbindungsdrahtanschlußschritte sind  
während des Montageprozesses vermieden, bei dem viele Module  
gleichzeitig bearbeitet werden können. Genauer schließt ein  
15 Mikrowellen-Radar-Sender und -Empfänger einen monolithischen,  
integrierten Schaltkreis-Chip für Mikrowellen ein, der kopla-  
nare Wellenleiter-Übertragungsleitungen aufweist, die auf der  
gleichen Oberfläche wie dessen elektronische Elemente ausge-  
bildet sind. Koplanare Wellenleiter-Übertragungsleitungen  
20 werden ebenfalls auf einer Oberfläche eines Substrats gebil-  
det. Planare Sende- und Empfangsantennenelemente werden auf  
der abgewandten Oberfläche des Substrats gebildet und mit den  
Übertragungsleitungen durch vertikale Verbindungen verbunden,  
die sich durch das Substrat erstrecken. Der Sender- und Emp-  
25 fänger-Chip ist zusätzlich zu den Signalverarbeitungs- und  
Energie-Normalisierungs-Chips auf dem Substrat in einer Flip-  
Chip-Anordnung montiert, wobei die entsprechenden Oberflä-  
chen, auf denen die Übertragungsleitungen ausgebildet sind,  
ebenfalls einander gegenüberstehen. Elektrisch leitende Vor-  
30 sprünge werden auf Abschnitten der Übertragungsleitungen der  
Chips gebildet, die mit den Übertragungsleitungen des Sub-  
strats zu verbinden sind, und Lot wird auf Abschnitten der  
Übertragungsleitung des Substrats gebildet, die mit Übertra-  
gungsleitungen der Chips zu verbinden sind. Die Chips werden  
35 auf dem Substrat ausgerichtet und Baugruppe wird erwärmt, um

1 das Lot zu verschmelzen und die Vorsprünge auf den Chips mit  
den Übertragungsleitungen auf dem Substrat in einem Gesamt-  
prozeß zu verbinden. Die Vorsprünge bilden den Abstand zwi-  
schen den zueinander passenden Oberflächen des Substrats und  
5 der Chips sowie eine Isolierung zwischen elektronischen Ele-  
mente auf den Chips.

Diese und weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden  
Erfindung werden den Fachleuten aus der folgenden speziellen  
10 Beschreibung in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen  
klar, in denen gleiche Bezugszeichen sich auf übereinstimmen-  
de Teile beziehen.

#### 15 Beschreibung der Zeichnungen

- Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine übliche Mikrostrip-Über-  
tragungsleitung;
- 20 Fig. 2 ist ein Schnitt, welcher eine Baugruppe aus auf  
üblichen Mikrostrip-Leitungen beruhenden MMIC-Chips  
auf einem Substrat oder Träger darstellt;
- 25 Fig. 3 ist eine vereinfachte Darstellung, die einen Radar-  
Sender-Empfänger zeigt, welcher die vorliegende  
Erfindung in der Anwendung als Nahhindernis-Sensor  
für ein Kraftfahrzeug verkörpert;
- 30 Fig. 4 ist ein Blockschaltbild des Sensors für Nahhinder-  
nisse, der in Fig. 3 gezeigt ist;
- Fig. 5 ist eine vereinfachte Draufsicht auf den vorliegen-  
den Radar-Sender-Empfänger;

1 Fig. 6 ist ein Schnitt, der entlang einer Linie 6-6 in Fig. 5 aufgenommen ist;

5 Fig. 7 ist eine Teilschnittansicht auf den Transceiver, welche Dimensionen verdeutlicht, die für die Ausführungsform der Erfindung wesentlich sind;

10 Fig. 8 ist eine Schnittansicht, welche eine Erdverbindungskonfiguration einschließlich elektrisch leitender Distanzstücke oder Vorsprünge entsprechend der Erfindung veranschaulicht, und

15 Fig. 9 und 10 sind Schnittansichten, welche ein Herstellungsverfahren nach der Erfindung veranschaulichen.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

20 Fig. 3 veranschaulicht eine bevorzugte Anwendung für einen Radar-Sender und -Empfänger auf einem einzelnen Substrat, das die vorliegende Erfindung verkörpert, obwohl die Erfindung bei zahlreichen anderen Anwendungen anwendbar ist. Entsprechend der Erfindung ist eine Radar-Sender- und -Empfängerbaugruppe oder ein Modul 30 an einer rückwärtigen Stoßstange oder anderen nach rückwärts gerichteten Oberfläche eines Kraftfahrzeugs 32 montiert. Eine hörbare und/oder sichtbare Anzeige 34 ist innerhalb des Fahrzeugs 32 an einer Stelle montiert, bei der sie von dem Fahrzeuglenker leicht gesehen und/oder gehört werden kann. Das Sender- und Empfänger-Modul 30 sendet ein Mikrowellen-Radarsignal von dem Fahrzeug 32 nach rückwärts und empfängt Reflektionen des ausgesendeten Signals von einem Gegenstand oder Hindernis, wie einem anderen Fahrzeug 38, welches sich in der Nähe der Rückseite des Fahrzeugs 32 befindet, wie durch Pfeile 36 angedeutet. Auf die reflektierten Signale ansprechend aktiviert das Modul 30

35

1 die Anzeige 34, um den Fahrer über die Anwesenheit des Hin-  
dernisses 38 zu benachrichtigen.

5 Die in Fig. 3 gezeigte Anordnung ist als Nahhindernis-Erken-  
nungssystem (NODS) bekannt und ist in der Hauptsache dazu  
eingerrichtet, den Fahrer davon abzuhalten, das Fahrzeug rück-  
wärts fahrend mit einem nicht sichtbaren Hindernis, welches  
sich hinter dem Fahrzeug 32 befindet, kollidieren zu lassen.  
10 Solch ein System ist besonders nützlich für Lastkraftwagen,  
die keine Rückfenster haben, um eine unmittelbare Rückwärts-  
sicht zu gewähren. Das System wird auch den Fahrer über die  
Anwesenheit eines anderen Fahrzeugs alarmieren, welches sich  
von rückwärts nähert und kann dazu angepaßt sein, die Gegen-  
wart eines dicht benachbarten Fahrzeugs in einem blinden  
15 Fleck des Fahrzeugs 32 zu erfassen, obwohl dies nicht darge-  
stellt ist. Das Modul 30 kann jeden anwendbaren Typ eines  
Radarsystems innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden  
Erfindung verkörpern, wie gepulstes Radar, Dopplerradar usw.

20 Die Anzeige 34 kann auch ein Blinklicht, einen hörbaren Piep-  
ser, eine analoge oder digitale Entfernungsanzeige oder ir-  
gendeine andere Art Anzeige einschließen, die für eine be-  
stimmte Anwendung geeignet ist. Bei einem auf der Rückseite  
eines Kraftfahrzeugs wie dargestellt montierten Nahhindernis-  
25 Erfassungssystem umfaßt die Anzeige 34 in typischer Weise ein  
Blinklicht und einen Piepser, wobei die Blink- und Piepshäu-  
figkeiten und/oder Piepserlautstärke in dem Maße zunehmen, in  
dem die Entfernung zu dem erfaßten Hindernis abnimmt.

30 Ein Blockschaltbild des Moduls 30 ist in Fig. 4 dargestellt.  
Das Modul 30 schließt eine Signalverarbeitungseinheit 56 ein,  
welche die Wellenform eines Hauptoszillators 40 steuert. Der  
Hauptoszillator 40 erzeugt ein elektromagnetisches Signal bei  
einer Mikrowellenfrequenz und speist das Signal über einen  
35 Verstärker 42 in einen Teiler 44 ein. Ein Teil des Signals

1 geht durch den Teiler 44 hindurch und wird über ein Filter 46  
in eine Sendeantenne 48 eingespeist.

5 Eine Reflektion des ausgesendeten Signals von einem Hindernis  
oder einem anderen Gegenstand, der von dem Signal der Antenne  
48 angestrahlt ist, wird von einer Empfangsantenne 50 auf-  
genommen und über einen Verstärker 52 in einem Mischer 54 ein-  
gespeist. Ein Teil des von dem Teiler 44 übertragenen Signals  
10 wird ebenfalls in den Mischer 54 eingespeist. Die Sende- und  
Empfangssignale werden von dem Mischer in eine Signalverar-  
beitungseinheit 56 eingespeist, welche die Gegenwart eines  
Hindernisses und wahlweise den Abstand des Hindernisses und  
die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und Hindernis  
als Funktion der Sende- und Empfangssignale erfaßt. Die Aus-  
15 gangsgröße der Signalverarbeitungseinheit 56 wird in die  
Anzeige 34 eingespeist.

Die Elemente 40, 42, 44, 46, 52 und 54 sind in einem einzel-  
nen MMIC-Radar-Sender- und -Empfänger-Chip 58 integriert. Das  
20 Modul 30 schließt weiterhin eine Energienormalisierungsein-  
heit 60 ein, die, obwohl nicht im einzelnen dargestellt, die  
Eingangsspannung von einer Primärenergiequelle, wie einer  
Speicherbatterie (nicht dargestellt) des Fahrzeugs 32 umsetzt  
und regelt, um die verschiedenen Betriebsspannungen bereitzu-  
25 stellen, die von dem Sender- und Empfänger-Chip 58 und ande-  
ren Komponenten des Moduls 30 benötigt werden.

Indem jetzt auf Fig. 5 und 6 Bezug genommen wird, schließt  
die vorliegende Radar-Sender- und Empfänger-Baugruppe oder  
30 das Modul 30 ein elektrisch isolierendes Substrat 62 ein,  
welches typischerweise aus Aluminiumoxyd besteht und eine  
erste Oberfläche 62a sowie eine zweite Oberfläche 62b, die  
von der ersten Oberfläche 62a abgewandt ist, aufweist. Der  
MMIC-Sender- und Empfänger-Chip 58 ist auf der ersten Ober-  
35 fläche 62a des Substrats 62 in einer Flip-Chip-Anordnung

1 montiert, die im einzelnen unten beschrieben wird. Die Si-  
 2 gnalverarbeitungseinheit 56 und die Energienormalisierungse-  
 3 einheit 60 können auch durch integrierte Schaltkreis-Chips  
 4 verkörpert werden und auf dem Substrat 62 in gleicher Weise  
 5 wie der Sender- und Empfänger-Chip 58 montiert werden.

Bezugnehmend auf Fig. 5 in Kombination mit Fig. 6 ist ein  
 Metallmuster, welches Erdflächen 64 und 66 einschließt, auf  
 der ersten Oberfläche 62a des Substrats 62 zusätzlich zu  
 10 koplanaren Mikrowellen-Übertragungsleitungen gebildet, welche  
 die Chips 56, 58 und 60 verbinden. Die Übertragungsleitungen  
 können koplanare Wellenleiter, parallele Bandleiter oder  
 irgendeine andere geeignete Konfiguration oder Kombination  
 hiervon einschließen. Wie dargestellt, ist eine Übertragungs-  
 15 leitung einschließlich eines Mittel- oder Signalleiters 68  
 und Erdleitern 70 und 72 auf gegenüberliegenden Seiten des  
 Signalleiters 68 auf der Oberfläche 62a gebildet, um den  
 Signalverarbeitungs-Chip 56 mit dem Sender- und Empfänger-  
 Chip 58 zu verbinden. Eine ähnliche Übertragungsleitung ein-  
 20 schließend eines Mittel- oder Signalleiters 64 und Erdlei-  
 tern 76 und 78 ist auf der Oberfläche 62a gebildet, um den  
 Energienormalisierungs-Chip 60 mit dem Sender- und Empfänger-  
 Chip 58 zu verbinden. Weiterhin ist ein Leiter 80 darge-  
 stellt, der den Signalverarbeitungs-Chip 56 mit der Erdfläche  
 25 64 verbindet, sowie ein Leiter 82 zum Verbinden des Energie-  
 normalisierungs-Chips 60 mit der Erdfläche 66. Ein Leiter-  
 anschluß 84 ist dazu vorgesehen, um den Energienormalisie-  
 rungs-Chip 62 mit einer Primärenergiequelle (nicht darge-  
 stellt) zu verbinden, und ein Leiteranschluß 86 ist vorgese-  
 30 hen, um den Energienormalisierungs-Chip 56 mit der Anzeige 34  
 zu verbinden.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung wird die Sende-Anten-  
 ne 48 durch eine Mikrostrip-Patch-Antenne (Bandleiter-Felder-  
 35 antenne) gebildet, die eine Vielzahl miteinander verbundener

1 Elemente 88 einschließt, die auf der zweiten Oberfläche 62b  
 des Substrats 62 unter der Erdfläche 64, wie in den Fig. 5  
 und 6 ersichtlich, gebildet sind. Die Empfangsantenne 50 ist  
 5 als ähnliche Microstrip-Patch-Antenne (Bandleiter-Felderan-  
 tenne) vorgesehen, die miteinander verbundene Elemente 90  
 umfaßt, die auf der zweiten Oberfläche 62b unter der Erdflä-  
 che 66 gebildet sind. Die Erdflächen 64 und 66 stellen eine  
 elektrische Erde für die Chips 56, 58 und 60 auf der ersten  
 10 Oberfläche 62a des Substrats 62 wie für die entsprechenden  
 Elemente 88 und 90 auf der zweiten Oberfläche 62b des Sub-  
 strats 62 dar. Die Ausgangsgröße des Filters 46, welches das  
 ausgesendete Ausgangssignal des Sender- und Empfänger-Chips  
 58 darstellt, ist mit den Sende-Antennen-Elementen 88 durch  
 15 eine elektrisch leitende vertikale Verbindung (Durchgangs-  
 element 92) verbunden, welche sich durch ein Loch in dem  
 Substrat 32 erstreckt. Die Eingangsgröße zu dem Verstärker  
 52, welche das empfangende Eingangssignal des Sender- und  
 Empfänger-Chips 58 darstellt, wird mit den Empfangsantennen-  
 20 Elementen 90 über ein ähnliches Durchgangselement 94 verbun-  
 den.

Die besondere Architektur des MMIC-Sender- und -Empfänger-  
 Chips 58 wie der Chips 56 und 60 ist nicht Gegenstand der  
 vorliegenden Erfindung, ausgenommen, daß die elektronischen  
 25 Elemente (Feldeffekt-Transistoren usw.) dieser Chips durch  
 koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungen miteinander ver-  
 bunden sind, die auf der gleichen Oberfläche wie die elek-  
 tronischen Elemente gebildet sind. Wie in Fig. 7 dargestellt,  
 hat ein repräsentativer Ausschnitt des Sender- und Empfänger-  
 30 Chips 58 eine erste Oberfläche 58a und eine zu dieser abge-  
 wandte zweite Oberfläche 58b. Die elektronischen Elemente des  
 Chips 58 sowie die koplanaren Übertragungsleitungen sind auf  
 der ersten Oberfläche 58a gebildet, die an die erste Ober-  
 fläche 62a des Substrats 62 in einer Flip-Chip-Konfiguration  
 35 angepaßt ist. Wie aus Fig. 7 sichtbar, schließt eine koplana-

1 re Übertragungsleitung einen Mittel- oder Signalleiter 100  
 ein, und Erdleiter 102, 104 sind auf der ersten Oberfläche  
 5 58a des Chip 58 gebildet und elektrisch mit dem Signalleiter  
 68 und Erdleitern 70 und 72 auf dem Substrat 62 durch Löt-  
 5 verbunden, wie es im einzelnen weiter unten beschrieben wird.  
 Die Chips 56 und 60 weisen hierauf gebildete Übertragungs-  
 leitungen auf, die im wesentlichen denen ähnlich sind, die in  
 Fig. 7 gezeigt sind. Obwohl nicht dargestellt, sind die inne-  
 ren elektronischen Elemente der Chips 56, 58 und 60 durch  
 10 koplanare Übertragungsleitungen verbunden, die Leiter ähnlich  
 100, 102 und 104 einschließen.

Ein wesentlicher Faktor bei der Verwirklichung der vorlie-  
 genden Erfindung besteht in der Anpassung MMIC-integrierter  
 15 Schaltkreis-Chips an die Flip-Chip-Technologie. Die Radiofre-  
 quenzeigenschaften üblicher Mikrostrip- oder Gegentakt-, auf  
 diskreten Elementen ruhender koplanarer Schaltkreise werden  
 stark durch das dielektrische Substrat (oder Metallisierung)  
 in unmittelbarer Nähe der Mikrowellen-Elektronik-Schaltele-  
 20 mente auf den umgekehrten MMIC-Chips beeinflusst. Die Isola-  
 tion zwischen verschiedenen Teilen eines MMIC-Chips kann sich  
 ebenfalls aufgrund zusätzlicher Kopplung durch das Modulsub-  
 strat verschlechtern. Diese möglichen Nachteile werden durch  
 Verwendung koplanarer Wellenleiter mit schmalem Spalt oder  
 25 anderer koplanarer Übertragungsleitungen auf den MMIC-Chips  
 gemildert. Wie in Fig. 7 für MMICs auf GaAs-Grundlage darge-  
 stellt, tritt keine bedeutsame Änderung der Impedanzeigen-  
 schaft des koplanaren Wellenleiters oder der Phasengeschwin-  
 digkeit ein, wenn die Trennung  $d_1$  der Oberflächen 58a und 62a  
 30 wenigstens sechsmal dem Spalt  $d_2$  zwischen dem Signalleiter  
 100 und Erdleitern 102 und 104 beträgt. Für einen Spalt  $d_2$   
 von 12  $\mu\text{m}$  sollte die Trennung  $d_1$  wenigstens 72  $\mu\text{m}$  betragen.

Wie in Fig. 7 dargestellt, kann der erforderliche Abstand  
 35 zwischen den Chips 56, 58 und 60 und dem Substrat 62 durch

1     Ausbilden elektrisch leitender Distanzstücke oder Vorsprünge  
106, 108 und 110 auf den Leitern 100 bzw. 102 bzw. 104 vor  
dem Aufbringen der Chips auf dem Substrat 62 geschaffen wer-  
den. Die Vorsprünge können durch Versilbern geschaffen werden  
5     und haben typischerweise einen Durchmesser von 150  $\mu\text{m}$  und  
eine Höhe von 75  $\mu\text{m}$  für Verbindungen für niedrige Frequenz-  
oder Erdverbindungen und einen Durchmesser von 75  $\mu\text{m}$  für  
Mikrowellen-Frequenzverbindungen. Die unteren Enden der Vor-  
sprünge 106, 108 und 110 werden gleichzeitig mit den Leitern  
10     68 bzw. 70 bzw. 72 verlötet, indem ein Reflow-Lötverfahren  
verwendet wird, das im einzelnen unten beschrieben wird.  
Zusätzlich zu der elektrischen Verbindung und Abstandshaltung  
dienen die Vorsprünge zum Schutz der Luftbrücken, die gewöhn-  
lich auf MMIC-Chips zu finden sind.

15     Zusätzlich zu den Erdleitern 70 und 72 können geerdete Me-  
tallmuster, wie sie bei 107 in Fig. 8 ausgebildet sind, auf  
der Oberfläche 62a des Substrats 62 vorgesehen sein, um in  
Verbindung mit zusätzlichen Vorsprüngen 109 einen "Latten-  
20     zaun" von Erdverbindungen zu bilden, damit eine verbesserte  
elektrische Isolation der verschiedenen Teile der Baugruppe  
geschaffen wird. Die zusätzlichen Vorsprünge 109 werden auf  
Erdleitern des Chips 58 gebildet, die gemeinsam in Fig. 8 mit  
111 bezeichnet sind. Mittelleiter der Übertragungsleitungen  
25     sind ebenfalls gezeigt und gemeinsam mit 112 bezeichnet.

Die Chips 56, 58 und 60 werden auf dem Substrat 62 aufge-  
bracht und mit diesem elektrisch verbunden, indem ein Reflow-  
Lötverfahren verwendet wird, wie in Fig. 9 und 10 darge-  
30     stellt. In Fig. 9 ist eine Mischung von Lot und Flußpaste auf  
den Abschnitten der Übertragungsleitungen des Substrats 62  
gebildet, die mit den Übertragungsleitungen der Chips 56, 58  
und 60 zu verbinden sind, indem z.B. durch eine Maske ge-  
druckt wird. Das Lotmuster ist gemeinsam als Teile 114 ein-  
35     schließend bezeichnet. Gemeinsam mit 116 bezeichnete Vor-

1 sprünge sind auf Abschnitten der Übertragungsleitungen der  
Chips 56, 58 und 60 gebildet, die mit den Übertragungsleitun-  
gen des Substrats 62 verbunden sind. Die Chips 56, 58 und 60  
sind mit dem Substrat 62 zusammengesetzt, wie es durch Pfeile  
5 angezeigt ist, so daß die Vorsprünge 116 präzise mit den  
Lotabschnitten 114 ausgerichtet sind.

Wie aus Fig. 10 zu ersehen ist, wird die Baugruppe auf eine  
Temperatur von 200 bis 300°C während ungefähr einer Minute  
10 erhitzt, wie es durch Pfeile angedeutet ist, wodurch das Lot  
114 veranlaßt wird zu schmelzen oder "Reflow" zu fließen,  
sowie zu verschmelzen und dadurch die Vorsprünge 116 elek-  
trisch mit den Übertragungsleitungen auf dem Substrat 62 zu  
verbinden. Das Reflow-Lötverfahren ermöglicht eine Chip-Posi-  
15 tionierungsgenauigkeit innerhalb von 25  $\mu\text{m}$ , da die Oberflä-  
chenspannung der geschmolzenen Lotabschnitte 114 an den Vor-  
sprüngen 116 zieht. Die koplanaren Mikrowellen-Übertragungs-  
leitungen des MMIC-Chips ermöglichen es, die Chips fortlau-  
fend mit dem Substrat in einer Flip-Chip-Konfiguration zu-  
20 sammenzusetzen, wobei das Reflow-Lötverfahren Anwendung fin-  
det. Die koplanaren Übertragungsleitungen ermöglichen es  
auch, daß die MMIC-Chips wesentlich dicker als üblicherweise  
GaAs- MMIC-Chips, typischerweise 600  $\mu\text{m}$  im Vergleich zu 100  
 $\mu\text{m}$  ausgebildet werden. Dies ermöglicht es, die vorliegenden  
25 MMIC-Chips in automatisierter/Roboter-Technologie mit den  
Substraten bei äußerster Präzision zusammenzusetzen, wobei  
die arbeitsintensiven manuellen Handhabungen und die hohe  
Schadenshäufigkeit vermieden wird, die mit dem Stand der  
Technik verbunden waren.

30

35

1 EP 91 307 661.8/0474393  
Hughes Aircraft Company

5 Patentansprüche

1. Mikrowellen-Radar-Baugruppe, umfassend:  
ein elektrisch isolierendes Substrat (62) mit einer  
Oberfläche (62a);  
10 koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungsmittel  
(68,70,72), die auf der Oberfläche des Substrats gebil-  
det sind;  
einen integrierten Mikrowellen-Radar-Schaltkreis-Chip  
(58) mit einer Oberfläche (58a); und  
15 koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungsmittel  
(100,102,104), die auf der Oberfläche des Radar-Chips  
gebildet sind;  
wobei der Radar-Chip auf dem Substrat dergestalt mon-  
tiert ist, daß die Oberfläche des Radar-Chips der Ober-  
20 fläche des Substrats gegenübersteht, und die Übertra-  
gungsleitungsmittel des Radar-Chips elektrisch mit den  
Übertragungsleitungsmitteln des Substrats verbunden  
sind.
- 25 2. Baugruppe nach Anspruch 1, in welcher der Radar-Chip ein  
Radar-Sender-Empfänger-Chip ist, wobei die Baugruppe  
weiterhin umfaßt:  
einen integrierten Signalverarbeitungsschaltkreis-Chip  
(56), der ein Ausgangssignal von dem Sender-Empfänger-  
30 Chip verarbeitet, wobei der Signalverarbeitungs-Chip  
eine Oberfläche aufweist;  
und koplanare Mikrowellen-Übertragungsleitungsmittel,  
die auf der Oberfläche des Signalverarbeitungs-Chips  
gebildet sind;

35

1 wobei der Signalverarbeitungs-Chip auf dem Substrat  
dergestalt montiert ist, daß die Oberfläche des Signal-  
verarbeitungs-Chips der Oberfläche des Substrats gegen-  
übersteht, und die Übertragungsleitungsmittel des Si-  
5 gnalverarbeitungs-Chips elektrisch mit den Übertragungs-  
leitungsmitteln des Substrats verbunden sind.

3. Baugruppe nach Anspruch 1, in welcher der Radar-Chip ein  
Radar-Sender-Empfänger-Chip ist, wobei die Baugruppe  
10 weiterhin umfaßt:  
einen integrierten Energienormalisierungs-Schaltkreis-  
Chip (60) zur Einspeisung einer geregelten elektrischen  
Energie in den Sender-Empfänger-Chip, wobei der Energie-  
normalisierungs-Chip eine Oberfläche aufweist;  
15 koplanare Mikrowellenübertragungsleitungs-Mittel auf der  
Oberfläche des Energienormalisierungs-Chips;  
wobei der Energienormalisierungs-Chip auf dem Substrat  
dergestalt montiert ist, daß die Oberfläche des Energie-  
normalisierungs-Chips der Oberfläche des Substrats ge-  
20 genübersteht, und die Übertragungsleitungsmittel des  
Energienormalisierungs-Chips mit den Übertragungslei-  
tungsmitteln des Substrats verbunden sind.

4. Baugruppe nach Anspruch 1, bei der:  
25 der Radar-Chip ein Sender-Empfänger-Chip ist;  
das Substrat eine zweite Oberfläche (62b) aufweist,  
welche zu dessen Oberfläche entgegengesetzt ist;  
wobei die Baugruppe weiterhin umfaßt:  
Planar-Radar-Antennenmittel (64,66), die auf der zweiten  
30 Oberfläche des Substrats gebildet sind, und Verbindungs-  
mittel (48,50), welche sich durch das Substrat erstrek-  
ken und den Sender-Empfänger-Chip mit den Antennenmit-  
teln verbinden.

- 1      5. Baugruppe nach Anspruch 4, in dem die Verbindungsmittel  
wenigstens ein Durchgangselement umfassen.
- 5      6. Baugruppe nach Anspruch 4, in der:  
die Antennenmittel eine Sendeantenne (48) und eine Emp-  
fangsantenne (50) umfassen;  
die Verbindungsmittel ein erstes Durchgangselement (92)  
umfassen, welches den Sender-Empfänger-Chip mit der  
Sendeantenne (94) verbindet, und ein zweites Durchgangs-  
10      element (94) umfaßt, welches den Sender-Empfänger-Chip  
mit der Empfangsantenne verbindet.
- 15      7. Baugruppe nach Anspruch 1, in der die Übertragungslei-  
tungsmittel (100,102,104) des Radar-Chips mit den Über-  
tragungsleitungsmitteln des Substrats (68,70,72) durch  
Löten verbunden sind.
- 20      8. Baugruppe nach Anspruch 1, in der:  
die Übertragungsleitungsmittel des Radar-Chips eine  
Vielzahl von Übertragungsleitungen umfassen, von denen  
jede einen Signalleiter (100) und einen Erdleiter  
(102,104) einschließt;  
die Übertragungsleitungsmittel des Substrats Erdleiter-  
mittel (70,72) umfaßt;  
25      die Baugruppe weiterhin eine Vielzahl von Distanzstücken  
(109) umfaßt, welche die Erdleiter der Übertragungslei-  
tungen des Radar-Chips mit den Erdleitermitteln des Sub-  
strats verbindet und die Oberflächen des Radar-Chips und  
des Substrats in einem vorgegebenen Abstand zueinander  
30      hält.
- 35      9. Baugruppe nach Anspruch 8, in der die Distanzstücke auf  
den Erdleitern des Radar-Chips gebildet sind und durch  
Löten elektrisch mit den Erdleitern des Substrats ver-  
bunden sind.

- 1      10. Baugruppe nach Anspruch 8, in der die Distanzstücke  
Vorsprünge umfassen.
- 5      11. Baugruppe nach Anspruch 8, in welcher der vorgegebene  
Abstand (d1) wenigstens ungefähr sechs mal dem Abstand  
(d2) zwischen den Signalleitern und entsprechenden Erd-  
leitern der Übertragungsleitungen des Radar-Chips be-  
trägt.
- 10      12. Baugruppe nach Anspruch 1, in der:  
die Übertragungsleitungsmittel des Radar-Chips eine  
Vielzahl von Übertragungsleitungen umfassen, von denen  
jede einen Signalleiter (100) und einen Erdleiter  
(102,104) einschließt;  
15      die Baugruppe weiterhin Abstandsstücke (109) umfaßt,  
welche die Oberflächen des Radar-Chips und des Substrats  
in einem vorgegebenen Abstand zueinander halten;  
wobei der vorgegebene Abstand (d1) wenigstens sechs mal  
dem Abstand (d2) zwischen den Signalleitern und entspre-  
20      chenden Erdleitern der Übertragungsleitungen des Radar-  
Chips beträgt.
- 25      13. Verfahren zur Herstellung einer Mikrowellen-Radar-Bau-  
gruppe mit den Schritten:  
(a) Bereitstellen eines elektrisch isolierenden Sub-  
strats mit koplanaren Mikrowellen-Übertragungslei-  
tungsmitteln, die auf einer dessen Oberflächen ge-  
bildet sind;  
(b) Bereitstellen eines integrierten Mikrowellen-Radar-  
30      Schaltkreis-Chips mit koplanaren Übertragungslei-  
tungsmitteln, die auf einer dessen Oberflächen ge-  
bildet sind;  
(c) Aufbringen von Lot auf Abschnitten der Übertra-  
gungsleitungsmittel des Substrats, die mit entspre-

1 chenden Abschnitten der Übertragungsleitungsmittel  
des Radar-Chips zu verbinden sind;

5 (d) Zusammenpassen der Oberfläche des Radar-Chips mit  
der Oberfläche des Substrats, so daß die entspre-  
chenden Abschnitte der Übertragungsleitungsmittel  
des miteinander zu verbindenden Radar-Chips und  
Substrats zueinander ausgerichtet sind; und

10 (e) zeitweiliges Erhitzen des Lots auf eine Temperatur,  
welche es verschmelzen und die entsprechenden Ab-  
schnitte der Übertragungsleitungsmittel des Radar-  
Chips und Substrats miteinander verbinden läßt.

15 14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem Schritt (b) das Be-  
reitstellen eines solchen Radar-Chips umfaßt, daß die  
Abschnitte dessen Übertragungsleitungsmittel, die mit  
den entsprechenden Abschnitten der Übertragungsleitungs-  
mittel des Substrats zu verbinden sind, elektrisch leit-  
fähige Vorsprünge einschließen.

20 15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem Schritt (b) das  
Bilden der Übertragungsleitungsmittel des Radar-Chips  
als eine Vielzahl von Übertragungsleitungen einschlie-  
ßend umfaßt, von denen jede einen Signalleiter und einen  
Erdleiter mit vorgegebenem Abstand zwischen diesen ein-  
25 schließt, und das Bilden von Vorsprüngen einer Höhe  
umfaßt, so daß die zusammengepaßten Oberflächen bei  
Abschluß des Schritts (e) zueinander einen Abstand auf-  
weisen, der wenigstens ungefähr das Sechsfache des vor-  
gegebenen Abstands beträgt.

30 16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem Schritt (e) weiter-  
hin das gemeinsame Erhitzen des Substrats, des Radar-  
Chips und des Lots auf die Temperatur einschließt.

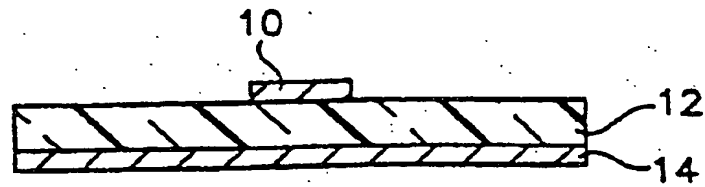


Fig. 1 (STAND DER TECHNIK)

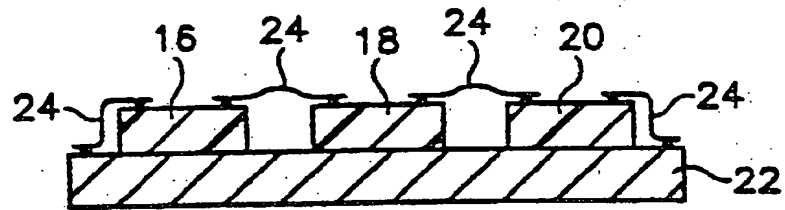


Fig. 2 (STAND DER TECHNIK)

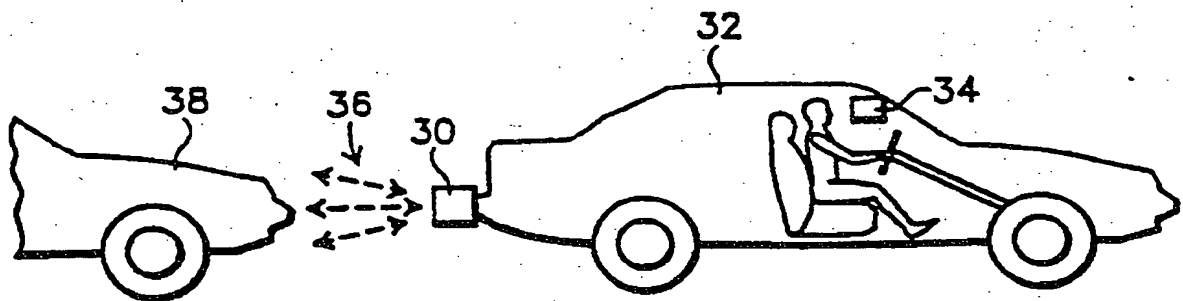


Fig. 3

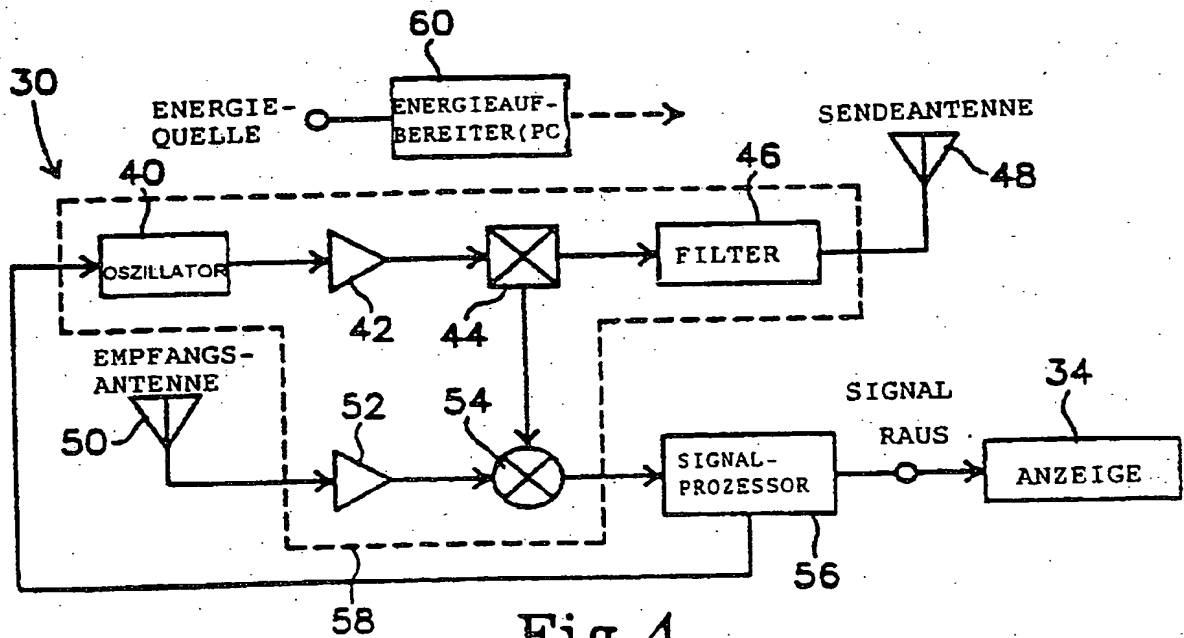


Fig. 4

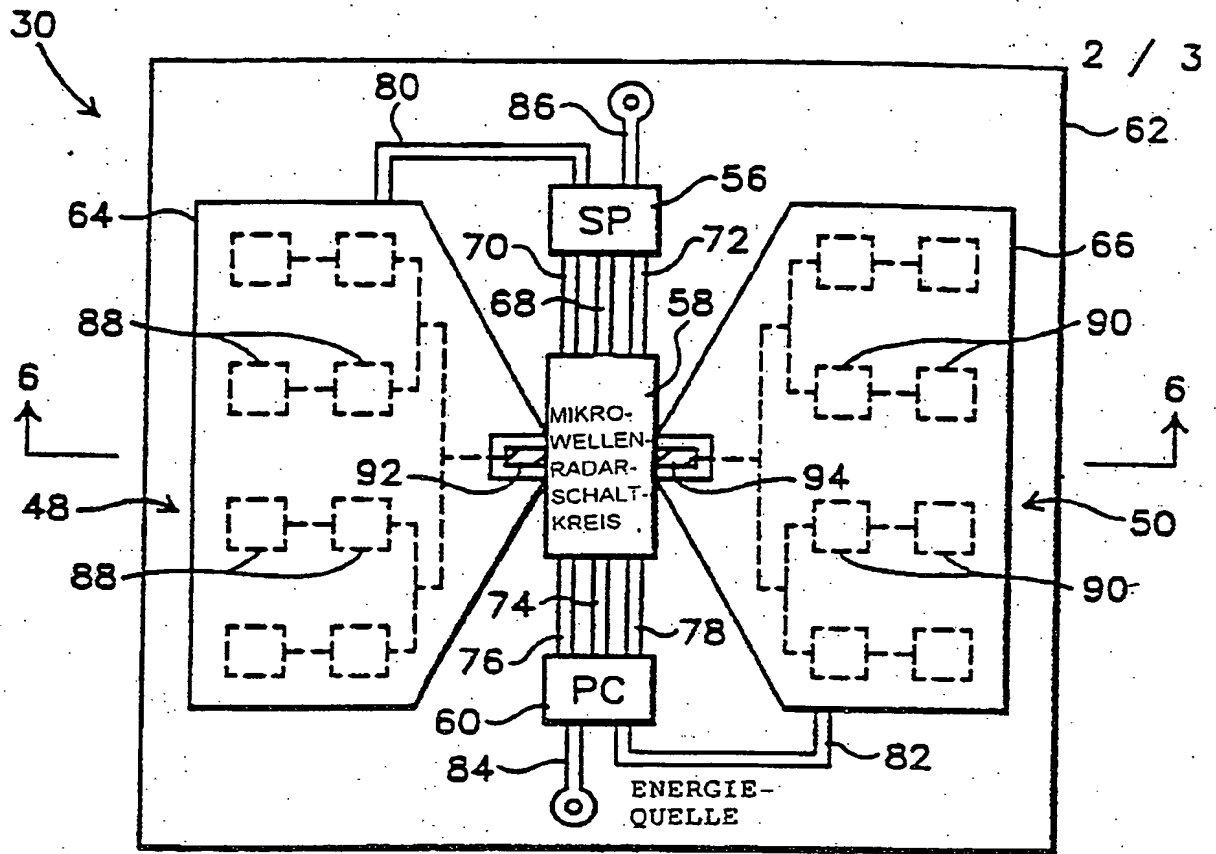


Fig. 5

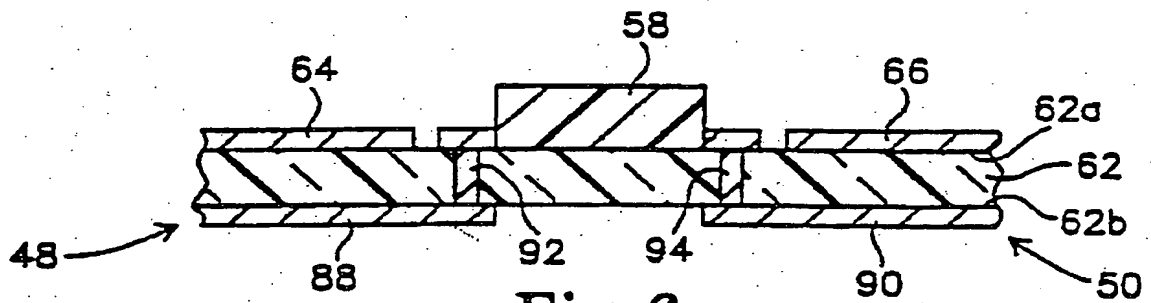
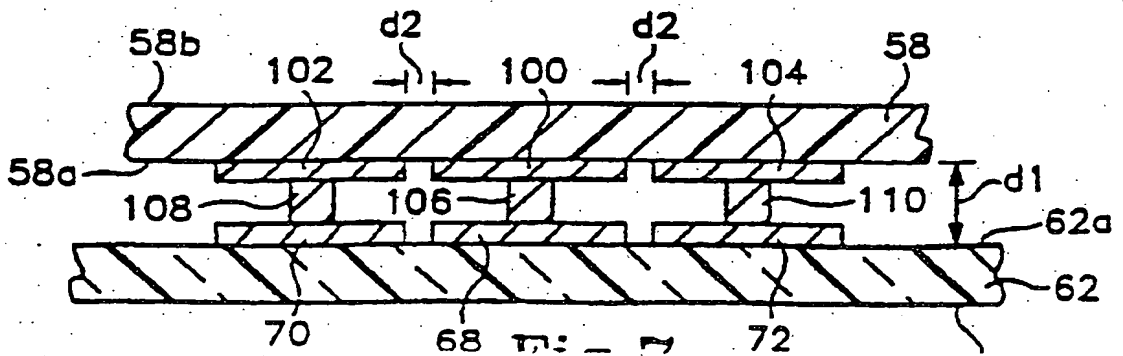
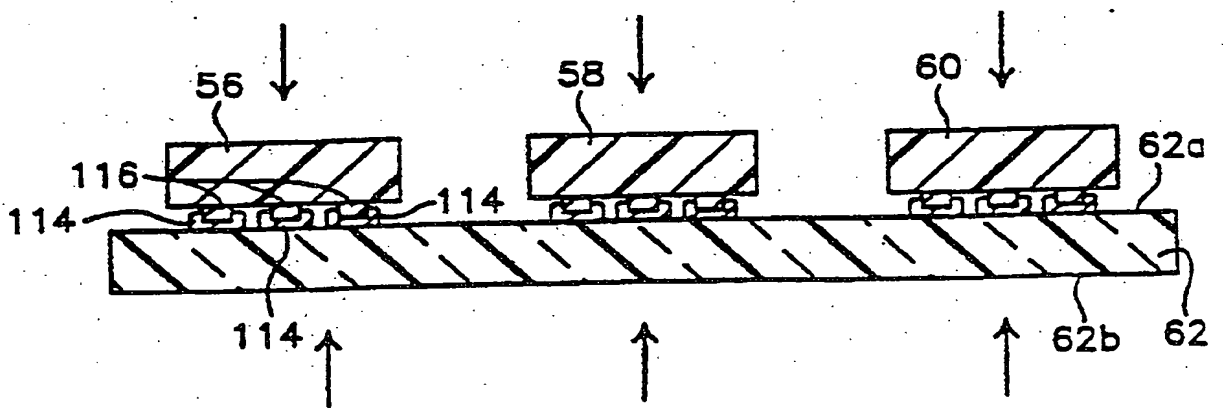
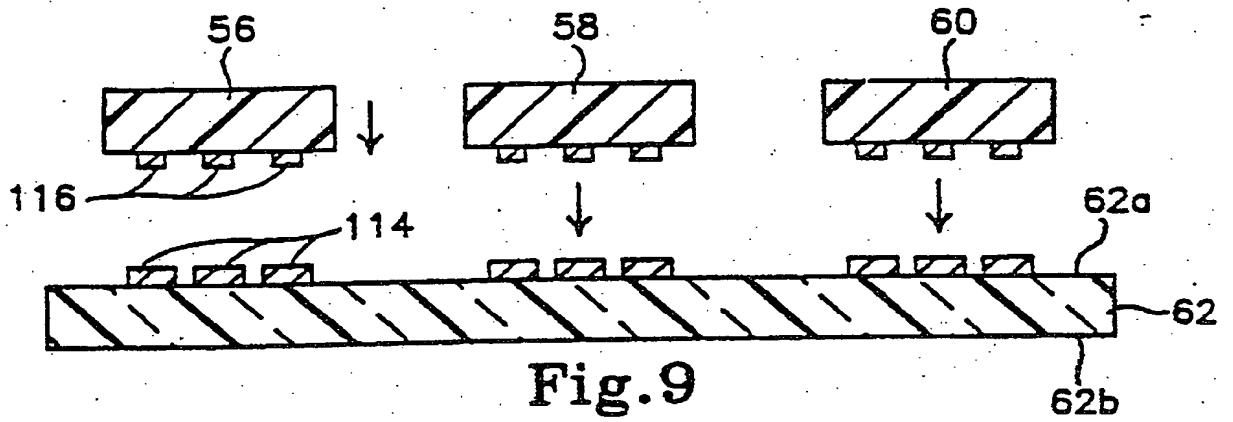
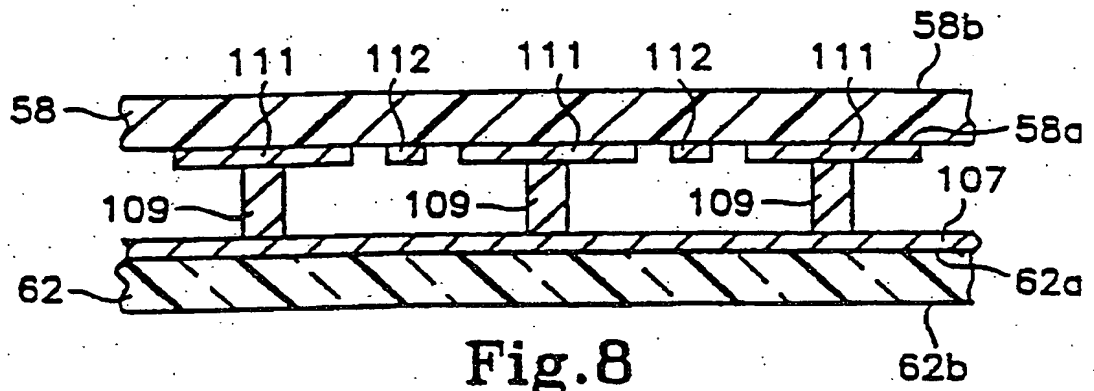


Fig. 6





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**